

Bibliographic data: JP 63306681 (A)

HIGHLY REPETITIVE PULSED LASER DEVICE

Publication date: 1988-12-14
Inventor(s): AOSHIMA SHINICHIRO; TSUCHIYA YUTAKA +
Applicant(s): HAMAMATSU PHOTONICS KK +
Classification: - **international:** **H01S3/08; H01S3/082; H01S3/098; H01S3/10; H01S3/11; H01S5/06; (IPC-1-7): H01S3/08; H01S3/098; H01S3/103; H01S3/11**
 - **European:** H01S3/082; H01S3/10P; H01S3/11M4S

Application number: JP19870142262 19870609

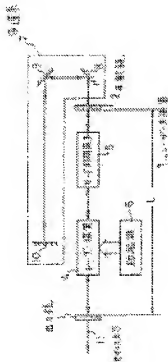
Priority number(s): JP19870142262 19870609

Also published as:

- JP 2597845 (B2)
- EP 0294787 (A2)
- EP 0294787 (A3)
- EP 0294787 (B1)
- US 4864577 (A)
- more

Abstract of JP 63306681 (A)

PURPOSE: To output a stable optical pulse by returning an optical pulse radiated from a laser resonator into a laser resonator by using a feedback system. **CONSTITUTION:** When a laser medium 4 is excited by an excitation source 6, an oscillation light of multi-longitudinal mode is generated, and a high speed optical pulse having narrow time width mode-synchronized according to nonlinear transmission characteristic of a mode synchronizing element 5 is then automatically generated. This optical pulse is partly transmitted through a reflection mirror 2 to be irradiated out of a laser resonator 3. When the irradiated optical pulse is returned into the resonator 3 by applying an optical delay of $d1 (=2nL)$ by total reflection mirrors 8, 9, 10 for forming a feedback system 7, it can be superposed on the optical pulse in the resonator 3. Thus, its oscillation state is stabilized as compared with a conventional passive mode synchronizing liquid laser device having no feedback system to eliminate a satellite pulse, thereby obtaining a stable optical pulse output.



Last updated: 28.04.2011 Worldwide
 Database: 57.22.93p

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-306681

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)12月14日

H 01 S 3/08
3/098
3/103
3/117630-5F
7630-5F
7377-5F
7630-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 高繰り返しパルスレーザー装置

⑯ 特 願 昭62-142262

⑰ 出 願 昭62(1987)6月9日

⑱ 発 明 者 青 島 紳 一 郎 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

⑲ 発 明 者 土 屋 裕 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

⑳ 出 願 人 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の1

㉑ 代 理 人 弁理士 古澤 俊明 外1名

昭和 63 年 12 月

1. 発明の名称

高繰り返しパルスレーザー装置

2. 特許請求の範囲

(1) 光パルスの往復光路を形成するレーザー共振器を具備してなる高繰り返しパルスレーザー装置において、前記レーザー共振器から放出された光パルスを前記レーザー共振器内の光パルスに重ねるように前記レーザー共振器内へ戻す帰還系を設けてなることを特徴とする高繰り返しパルスレーザー装置。

(2) 帰還系は、レーザー共振器から放出された光パルスを全反射鏡で前記レーザー共振器内へ戻すように構成され、前記全反射鏡によって形成される遅延光学距離を調節することによって帰還光を前記レーザー共振器内の光パルスに重ねるようにした特許請求の範囲第1項記載の高繰り返しパルスレーザー装置。

(3) 帰還系は、レーザー共振器から放出された光パルスを非線形光学結晶で前記レーザー共振器

内へ戻すように構成され、前記非線形光学結晶からの位相共波を帰還光として前記レーザー共振器内の光パルスに重ねるようにした特許請求の範囲第1項記載の高繰り返しパルスレーザー装置。

(4) 高繰り返しパルスレーザー装置は、モード同期素子を用いて気体レーザー、液体レーザー、固体レーザーまたは半導体レーザーのいずれか1つをモード同期せしめたモード同期レーザー装置としてなる特許請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の高繰り返しパルスレーザー装置。

(5) 高繰り返しパルスレーザー装置は、Qスイッチ素子およびモード同期素子を用いて、気体レーザー、液体レーザーまたは固体レーザーのいずれか1つをQスイッチングおよびモード同期せしめたモード同期Qスイッチレーザー装置としてなる特許請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の高繰り返しパルスレーザー装置。

(6) 高繰り返しパルスレーザー装置は、キャビティダンピング素子およびモード同期素子を用いて、気体レーザー、液体レーザーまたは固体レーザー

のいずれか1つをキャビティダンピングおよびモード同期せしめたモード同期キャビティダンプレザー装置としてなる特許請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の高繰り返しパルスレーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、光パルスの往復光路を形成するレーザ共振器を具備してなる高繰り返しパルスレーザ装置に関するものである。

【従来の技術】

高繰り返しパルスレーザ装置には、レーザ共振器内にA・O素子(音響光学素子)を挿入し、このA・O素子をモード間隔に等しい周波数 f_m ($f_m = \frac{c}{2L}$ 、Lはレーザ共振器長)で変調し、時間幅の狭い高速光パルスを発生せしめる能動モード同期レーザ装置や、レーザ共振器内に可飽和吸収色素溶液を挿入し、時間幅の狭い高速光パルスを発生せしめる受動モード同期レーザ装置などがある。従来、上述の能動モード同期レーザ装

置では、A・O素子を超音波で変調するための高周波電気信号の反射をモニターし、この反射が最低となるように電気的制御を行い、超音波強度の安定化を図り、光パルス出力を安定化させていた。また、上述の受動モード同期レーザ装置では、可飽和吸収色素溶液の濃度と励起エネルギーの大きさを調整することによって光パルス出力の安定化を図っていた。

【発明が解決しようとする問題点】

しかしながら、能動モード同期レーザ装置における光パルス出力の安定化においては、A・O素子の超音波強度を安定化するための電気的制御が複雑になるという問題点があった。

また、受動モード同期レーザ装置における光パルス出力の安定化においては、色素の劣化とも関連して可飽和吸収色素溶液の濃度調整が面倒であることから、可飽和吸収色素溶液の濃度と励起エネルギーの大きさととの調整が複雑になるという問題点があった。

本発明は、上述の問題点に鑑みなされたもので、

なり、平均出力が増加した。

【実施例】

第1図は、本発明を受動モード同期色素レーザのような受動モード同期液体レーザ装置に利用した例を示すもので、この図において、(1)は出力鏡、(2)は光パルスの一部を透過する反射鏡で、これらの鏡(1)(2)は光パルスの往復光路を形成する共振器長Lのレーザ共振器(3)を形成している。前記出力鏡(1)と反射鏡(2)の間には、ロダミン6G(Rhodamine 6G)などからなるレーザ媒質(4)と、可飽和吸収色素などからなるモード同期素子(5)とが配設されている。(6)は前記レーザ媒質(4)を励起する励起源である。(7)は帰還系で、この帰還系(7)は、全反射鏡(8)(9)(10)からなり、前記レーザ共振器(3)の反射鏡(2)から外部に放出された光パルスを所定の光学的距離 d_1 だけ遅延させ、前記反射鏡(2)を介して前記レーザ共振器(3)内の光パルスに重ねるように構成されている。すなわち、前記光学的遅延距離 d_1 は、 $d_1 = 2nL$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

構造および調整が簡単な帰還系を付加することによって、安定した光パルスを発生させ、しかも、この光パルスのパルス幅を短くし、平均出力を増加させることのできる高繰り返しパルスレーザ装置を提供することを目的とするものである。

【問題点を解決するための手段】

本発明は、光パルスの往復光路を形成するレーザ共振器を具備してなる高繰り返しパルスレーザ装置において、前記レーザ共振器から放出された光パルスを前記レーザ共振器内の光パルスに重ねるように前記レーザ共振器内へ戻す帰還系を設けてなることを特徴とするものである。

【作用】

往復光路を形成するレーザ共振器から放出された光パルスは、帰還系によってレーザ共振器内へ戻され、レーザ共振器内の光パルスに重ねられる。このようにして光パルスを重ね合わせる、帰還系をもたない従来の高繰り返しパルスレーザ装置に比べて、安定した光パルス出力が発生し、しかも、この光パルスのパルス幅が短かく

を満足するように調整されている。ここで L はレーザ共振器長である。

(11)は前記レーザ共振器(3)の出力鏡(1)から出力する光パルスである。

つぎに前記実施例の作用について説明する。

励起源(6)によってレーザ媒質(4)が励起されると多縦モードの発振光が発生し、ついでモード同期素子(5)の非線形透過特性によってモード同期された時間幅の狭い高速の光パルスが自動的に発生する。この光パルスの一部は反射鏡(2)を透過してレーザ共振器(3)の外に放出され、この放出された光パルスを帰還系(7)を形成する全反射鏡(8)(9)(10)によって $d_1(=2nL)$ の光学的遅延を与えてレーザ共振器(3)内に戻ると、レーザ共振器(3)内の光パルスに重なることができる。このように光パルスに重ね合わせると、帰還系を持たない従来の受動モード同期液体レーザ装置と比較して、発振状態が安定し、サテライトパルスの発生がなく従来より安定した光パルス出力が得られた。ここで、サテライトパルスとは、必要と

する繰り返し周波数 $\frac{C}{2L}$ (C は光速を示す)のパルスの裾の部分に現われる希望しない副次的なパルス指す。しかも、この光パルス出力のパルス幅が従来より短くなり、平均出力が増加した。

前記実施例では、3つの全反射鏡によって帰還系を形成したが、本発明はこれに限るものでなく、例えば第9図に示すように、2つの全反射鏡(8a)(9a)と光パルスの一部を透過する反射鏡(30)とからなる第1の帰還系(7d₁)と、前記反射鏡(30)を透過した光パルスを3つの全反射鏡(8b)(9b)(10b)を介して前記第1帰還系(7d₁)内へ戻す第2の帰還系(7d₂)とによって帰還系(7d)を形成するようにしてもよい。(3d)はレーザ共振器、(11d)は光パルス出力である。

前記実施例では、レーザ共振器の反射鏡から放出した光パルスを帰還系を介してレーザ共振器内の光パルスに重なるようにしたが、本発明はこれに限るものでなく、第2図に示すように、レーザ共振器(3a)の出力鏡(1)から出力した光パルスの一部を分岐鏡(12)で分岐し、全反射鏡(13)

(14)を用いて帰還光をレーザ共振器(3a)内の光パルスに重なるように帰還系(7a)を形成してもよい。この場合の光学的遅延距離 d_2 は、出力鏡(1)から分岐鏡(12)、全反射鏡(13)を経て全反射鏡(14)に至り、この全反射鏡(14)で反射されて前記全反射鏡(13)、分岐鏡(12)を経て前記出力鏡(1)に戻る距離に該当し、 $d_2=2nL(n=1,2,3,\dots)$ を満足するように帰還系(7a)が調整される。(2a)は全反射鏡、(11a)は光パルス出力である。

前記実施例では、レーザ共振器内にレーザ媒質およびモード同期素子を配設した場合について説明したが、本発明はこれに限るものでなく、第1図または第2図の実施例にQスイッチ素子および/またはキャビティダンブ素子を付加した場合についても利用できる。例えば第4図は第1図にQスイッチ素子を付加したモード同期Qスイッチレーザ装置に利用した場合を示すもので、この図において第1図と同一部分は同一符号とする。(15)は、超音波Qスイッチ素子または電気光学効果Qスイッチ素子などのQスイッチ素子、(16)は

前記Qスイッチ素子(15)を駆動する駆動回路である。(3b)はレーザ共振器である。この第4図において、モード同期パルスとQスイッチパルスがそれぞれ第5図(a)と(b)に示すように動作タイミングが調整されると、光パルス出力(11b)は図4(c)のようになる。

また、第7図は第1図にキャビティダンブ素子を付加したモード同期キャビティダンブレーザ装置に利用した場合を示すもので、この図において、(31)は超音波光偏向器などからなるキャビティダンブ素子、(32)は前記キャビティダンブ素子(31)を駆動する駆動回路、(33)(34)は反射鏡、(3e)はレーザ共振器である。この第7図において、モード同期パルスとキャビティダンピングパルスとがそれぞれ第8図(a)と(b)に示すように動作タイミングが調整されると、図4(c)のような光パルス出力(11e)がレーザ共振器(3e)内から直接外部にとり出される。

さらに、第7図のモード同期キャビティダンブレーザ装置にQスイッチ素子を付加したモード

同期キャビティダンピングスイッチレーザ装置にも利用することができる。

前記実施例では、色素レーザのような液体レーザに本発明を利用した場合について説明したが、本発明はこれに限るものでなく、Arイオンガスレーザのような気体レーザや、Nd:YAG固体レーザのような固体レーザ、GaAs半導体レーザのような半導体レーザについても利用することができる。

例えば、第3図は半導体レーザに利用した場合を示すもので、この図において、(3c)は共振器長 l のレーザ共振器である。前記レーザ共振器(3c)は、半導体(17)と非線形光学媒質からなるモード同期素子(18)とからなっている。なお、この非線形光学媒質は、活性層に欠陥部分をそのまま利用する場合がある。(19)は前記半導体(17)のpn接合部へキャリアを注入して励起するための励起源としての直流電源である。(7c)は帰還系で、この帰還系(7c)はレンズ(20)と全反射鏡(21)からなり、前記レーザ共振器(3c)から放出した光パ

ルス以外の高繰り返しパルスレーザ装置についても利用することができる。例えば、第6図に示すように、能動素子としての半導体(22)を高周波電源(23)からの高周波信号で直接変調し、半導体(22)の出力側端面から光パルス(11d)を出力する半導体レーザ装置に利用することができる。この第6図において(7d)は帰還系で、この帰還系(7d)は、レンズ(24)と全反射鏡(25)からなり、前記半導体(22)の反射側端面から放出された光パルスをレンズ(24)を介して全反射鏡(25)に導き、ついで、この全反射鏡(25)で反射した光パルスを前記レンズ(24)を経、前記半導体(22)の反射側端面を介してレーザ共振器内へ戻し、光学的遅延 $d_0 (=n \frac{c}{f})$ を与えて内部の光パルスに重ねるものである。ここで、 c は光速度、 f は高周波電源(23)の周波数、 n は1, 2, 3...の正の整数を表す。

前記第1、第2、第3、第4、第6図、第7図および第9図までの帰還系において光パルスの方角を反転させるために全反射鏡を用いたが、本発明はこれに限るものでなく、第1図の全反射鏡(1

ルスに $d_0 (=2n \frac{c}{f})$ (第3図では $d_0 = 2 \frac{c}{f}$)の光学的遅延を与えて前記レーザ共振器(3c)内へ戻し、レーザ共振器(3c)内の光パルスに重ねるように構成されている。(11c)は光パルス出力である。

前記実施例では、本発明を受動モード同期レーザ装置に利用した場合について説明したが、本発明はこれに限るものでなく、レーザ共振器内に超音波変調器や位相変調器などの変調器を配設し、この変調器を能動モード間隔に等しい周波数で変調する能動モード同期レーザ装置についても利用できる。

さらに、色素レーザをモード同期する時によく用いられているように、励起源がレーザ光である時、この励起用のレーザ光を能動モード同期とし、レーザ共振器長を励起用レーザのそれと一致させたシンクロナスモード同期レーザ装置についても利用できる。

前記実施例では、モード同期レーザ装置に本発明を利用した場合について説明したが、本発明はこれに限るものでなく、モード同期レーザ装

置(2)の全反射鏡(14)、第3図の全反射鏡(21)、第4図の全反射鏡(10)、第6図の全反射鏡(25)、第7図の全反射鏡(10)および第9図の全反射鏡(10b)のそれぞれの代りにチタン酸バリウム結晶(BaTiO₃)のような非線形光学結晶を用い、この非線形光学結晶からの位相共役波を帰還光としてレーザ共振器内の光パルスに重ねるようにしてもよい。

【発明の効果】

本発明による高繰り返しパルスレーザ装置は、上記のように、レーザ共振器から放出された光パルスを、帰還系を用いてレーザ共振器内の光パルスに重ねるようにレーザ共振器内に戻すようにしたので、構造および調整が簡単な帰還系を付加し、この帰還系の光学的遅延距離を調整するという簡単な調整だけで、帰還系のない従来装置と比べて安定した光パルスを出力することができる。この光パルス出力のパルス幅を短くし、かつ平均出力を増加させることができる。4、図面の簡単な説明

第1図は本発明による高繰り返しパルスレーザ装置の第1実施例を示す構成図、第2図、第3図、第4図、第6図、第7図および第9図は、それぞれ本発明の他の実施例を示す構成図、第5図は第4図の動作を示すパルス波形図、第8図は第7図の動作を示すパルス波形図である。

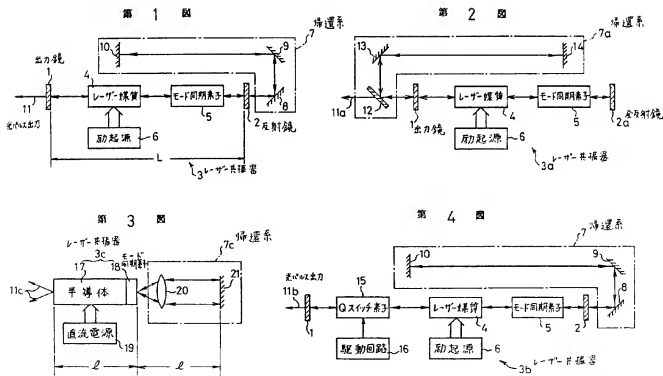
(1)…出力鏡、(2)…反射鏡、(3)(3a)(3b)(3c)(3d)(3e)…レーザ共振器、(7)(7a)(7c)(7d)…帰還系、(11)(11a)(11b)(11c)(11d)(11e)…光パルス出力。

出 願 人 浜松ホトニクス株式会社

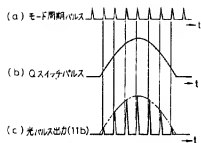
代 理 人 弁 理 士 古 澤 俊



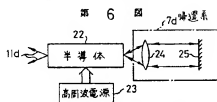
同 弁 理 士 加 納 一



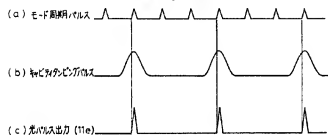
第 5 図



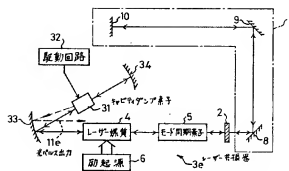
第 6 図



第 8 図



第 7 図



第 9 図

